



牛油、奶油、人造奶油、玉米油、橄欖油等都是各種脂肪酸的來源。

從反式脂肪 認識脂肪



圖片來源：李金駿

任何提煉自植物蔬菜的油都可以稱為「沙拉油」。

一般人對「脂肪」的認識，
就是覺得它油膩膩、不溶於水，
而烹調最常用的油脂是液態的沙拉油，
或是固態的豬油、牛油。

為什麼有的油是液態？有的是固態？

還有「沙拉油」究竟是什麼油？從哪裡提煉出來的？

吳嘉麗

近年來在新聞媒體、食品廣告或電子郵件中經常見到有關「反式脂肪」的警語，上網鍵入這個名詞，也可以立即查到一大籬筐的相關資訊。但是身為化學專業者，卻很少看到在化學方面有比較深入的介紹。平常給文法商科同學上通識化學課時，發現大多數同學都不知道「脂肪」是什麼樣的分子結構？健康檢查表上常有一項「三酸甘油酯」的數

據，它與「脂肪」又有什麼關係呢？

一般人對「脂肪」的認識，就是覺得它油膩膩、不溶於水，而烹調最常用的油脂是液態的沙拉油，或是固態的豬油、牛油。讀到這裡，會立即想到一連串疑問——為什麼有的油是液態？有的是固態？還有「沙拉油」究竟是什麼油？從哪裡提煉出來的？

各種食用油脂脂肪酸比率 (%)

	牛油	豬油	奶油	一般魚油	*清香油	黃豆油	葵花油	玉米油	花生油	菜籽油	苦茶油	芝麻油	橄欖油	椰子油	棕櫚油
飽和脂肪酸	54	40	73	25	21	16	12	14	31	8	10	15	36	90	15
單元不飽和脂肪酸	44	44	24	15	42	23	23	26	54	64	83	41	49	8	76
多元不飽和脂肪酸	2	16	3	60	37	61	65	60	15	28	7	44	15	2	9

*自豬油提煉而得

註：資料來源不同，各比率也有所差異，本表取其近似值。

資料來源：吳麗麗，《化學食品與社會》，第61頁，中國化學工業出版社，2004

沙拉油是什麼油

非常明顯地，豬油、牛油來自動物。相對地，任何提煉自植物的油都可以稱為「沙拉油」，換句話說，都可以用來拌沙拉。不過一般市場賣的沙拉油多取自黃豆，或標示為「大豆沙拉油」，或是幾種植物油的混合物。

植物或動物油的組成確有顯著的差別，植物油含的脂肪酸主要是不飽和的，飽和脂肪酸的比率多在20%以下，但是椰子油和棕櫚油除外。豬油、牛油含的飽和脂肪酸則至少在40%以上。

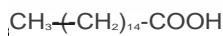
為什麼油會有不同的狀態

為什麼飽和脂肪酸含量高的油在室溫就會呈固態呢？這與分子的排列有關。分子排列得越整齊，分子和分子之間的作用力就越強，要想打散這種整齊的排列，就需要費更大的力氣，或者說較高的能量或熱量。固態就是分子排列得很整齊、很緊密的狀態，所占的體積較小。如果整齊的分子被打散，分子與分子間的距離拉大了，但是彼此之間仍然具有一定吸引力時，呈現的狀態就是液態。

由此推理，氣態分子自然是更自由自在，分子間距離很大，幾乎不再具有任何的吸引力或約束力。室溫下成固態的豬油、牛油，受熱融解成液態的溫度就是它們的「融點」。反之，從液態凝固成固態的溫度稱為「凝固點」，而融點與凝固點其實就是同一個溫度。那麼飽和脂肪酸分子究竟長什麼樣子？為什麼可以排列整齊呢？

自然界中最常見的脂肪酸大多含有16、18或20個碳。通常根據實際「飽和」脂肪酸的分子模型，以鋸齒狀表示長鏈。如果是「不飽和」脂肪酸，則長鏈部分有一個或數個「雙鍵」，以二條線來代表雙鍵。

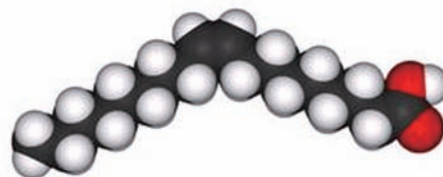
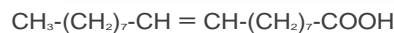
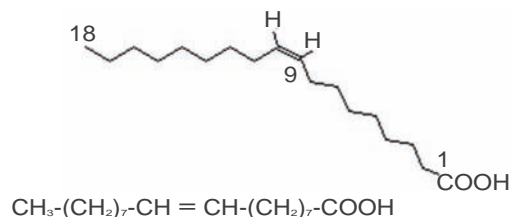
雙鍵上的二個氫原子(H)在同一邊，就稱為「順式雙鍵」，自然界的不飽和脂肪酸所含的「雙鍵」都是順式的，因此稱為順式脂肪酸，有時簡稱為「順式脂肪」。若雙鍵上的二個氫原子在雙



模擬各原子所占空間做出來的棕櫚酸分子模型—黑色是碳原子、白色是氫原子、紅色是氧原子



含16個碳的飽和脂肪酸（棕櫚酸）的化學結構及分子模型



含18個碳的不飽和脂肪酸油酸的化學結構及分子模型

鍵的異邊，就稱為「反式雙鍵」，自然界的「反式脂肪酸」只有在反芻動物的牛油或牛奶裡面以極低量（約2～5%）存在，是由反芻動物胃部的某些細菌合成的。

比較飽和脂肪酸與不飽和脂肪酸的分子結構，你一定同意近似直線型的飽和脂肪酸分子應該較容易整齊排列。不飽和脂肪酸分子的結構轉了一個大彎，要讓它們整齊排列，就必須把溫度降得很低，因此像不飽和的油酸，凝固點（融點）是攝氏13度，飽和的棕櫚酸融點則在攝氏63度。所有的分子只有在絕對零度（攝氏零下273度）時才一動也不動，溫度越高，分子運動的幅度越大。

在融點時，表示分子動亂得已經無法維持整齊排列，而從整齊排列的固態散亂成液體狀態。不飽和脂肪酸分子不容易排列整齊，也就容易形成液體狀態，因此不飽和脂肪酸含量較高的植物油常以液態存在。

反式脂肪的來源

自然界的不飽和脂肪酸大多是順式的，那麼反式脂肪從何而來呢？原來這與融點有關。我們要塗麵包時，總不選用液體的沙拉油吧？如果用牛油，剛從冰箱拿出來時又嫌太硬，不容易塗抹，在室溫放置一段時間後，軟



植物油進行部分氫化處理就能製造出軟硬度恰好的植物奶油

硬才恰好適用。可是多數時間我們都不耐煩等待，最好從冰箱一取出，軟硬就剛好方便塗抹，「人造奶油」因此有了市場。

「人造」奶油並非完全人工合成，只是把天然的植物油加工而成。前面說過植物油含不飽和的脂肪酸較多，在室溫下呈液態；動物油含飽和的脂肪酸較多，在室溫下呈固態。如果可以把兩者所含的脂肪酸成分調整一下，譬如把植物油中的飽和脂肪酸比率調高一點，讓它的融點略微升高；或者把動物油中的不飽和比率調高一點，讓它的融點略為下降，不就可以滿足需求了嗎？

在化學應用上前者很容易做到，就是使植物油進行「部分氫化」處理，把部分不飽和脂肪酸

在加入氫氣氫化後轉化成飽和的脂肪酸，只要適當地調整氫化程度，就可以製造出軟硬恰好的固態「植物奶油」了。賣場上所稱的「乳瑪琳」，就是一種植物奶油，是從英文名「Margarine」而來。另外食品業者烘培油炸時用的軟軟的固態酥油（shortening），也是屬於這種氫化植物油。事實上，沙拉油也多經由輕度的氫化以延長其保存期限。

飽和或不飽和脂肪酸的「飽和」兩字，其實就是針對「氫原子」的數目而言。當「碳—碳」化學鍵上鍵結的氫原子數目完全滿足的時候，就稱為「飽和」的單鍵，尚缺2個氫原子時，就稱為「不飽和」的雙鍵。因此含有不飽和雙鍵的脂肪酸，在適當的

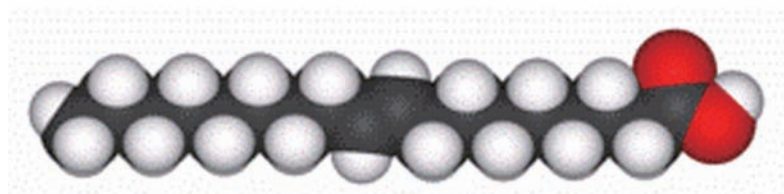
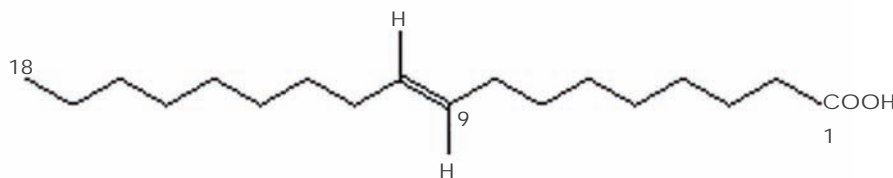
「反式脂肪」的來源實與植物油的「氫化」過程有關，
氫化後的「植物奶油」像乳瑪琳，所含的反式脂肪約占其重量的10～15%。

條件下，會與提供氫原子的氫氣進行化學反應，吸收了2個氫原子後，就從雙鍵變成飽和的單鍵。如果提供的氫原子數目不足以讓所有的雙鍵都變成單鍵，就稱為「部分氫化」。

反式脂肪的負面影響

「反式脂肪」的來源實與「氫化」過程有關，是氫化過程的中間副產物。在進行這個化學反應時，因為反式雙鍵的分子能量較低、較穩定，部分的天然順式雙鍵會轉變成反式雙鍵。氫化後的「植物奶油」像乳瑪琳，所含的反式脂肪約占其重量的10～15%。這種植物奶油的使用，至少已有百年的歷史，直到近一、二十年才被醫學上懷疑其中所含的「反式脂肪」可能與心血管類疾病有關。

多篇研究報告都指出，反式脂肪不僅會增加血液中低密度膽固醇（LDL，所謂的壞膽固醇）的濃度，更會降低高密度膽固醇（HDL，好膽固醇）的濃度。換句話說，就是大大增加了冠狀心



含反式雙鍵的反式脂肪酸油酸及分子模型

血管疾病的發生。

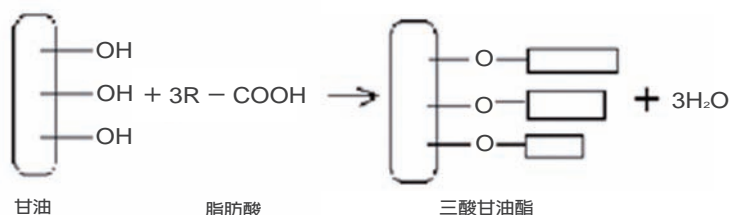
為什麼反式脂肪會引起這些健康上的問題呢？目前最被大家接受的理論是人體的脂肪酵素（酶）具有高度的選擇性，只會分解具順式脂肪酸的脂肪，無法分解反式脂肪。因此反式脂肪長期滯留在血液中亂竄，容易在血管壁上沉積，導致血管的窄化。

脂肪究竟何所指

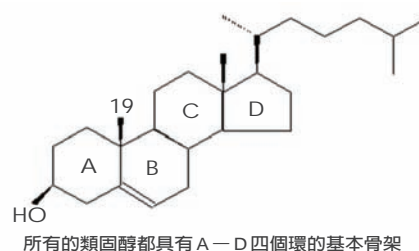
一般泛稱的人體脂肪，主要包含兩種成分—三酸甘油酯和膽固醇。那麼前面介紹了大半篇幅的

「脂肪酸」，難道不是人體脂肪的主要成分嗎？它是的，只是很少單獨存在，絕大多數的脂肪酸都是與甘油結合成中性的甘油酯，也就是說，脂肪是以甘油酯的形式存在於人體內。

甘油有3個醇基，非常容易溶於水，是很多皮膚保養劑的主要成分。這3個醇基可以和3個相同或不同的脂肪酸作用，生成不再溶於水的「三酸甘油酯」，酯就是脂肪酸與醇作用產生的產物。其實各種動植物油的脂肪酸也都是以這種甘油酯的狀態存在，被吃



三酸甘油酯是由3個相同或不同的脂肪酸與甘油結合生成的酯類化合物



所有的類固醇都具有A—D四個環的基本骨架

膽固醇的化學結構

各種動植物油的脂肪酸都是以甘油酯的狀態存在，被吃入身體後，小腸的脂肪酶會把甘油酯水解成自由狀態的脂肪酸加以利用，如有多餘未被利用的，再組合成甘油酯儲存在皮下脂肪組織中。

入身體後，小腸的脂肪酶會把甘油酯水解成自由狀態的脂肪酸加以利用，如有多餘未被利用的，再組合成甘油酯儲存在皮下脂肪組織中。

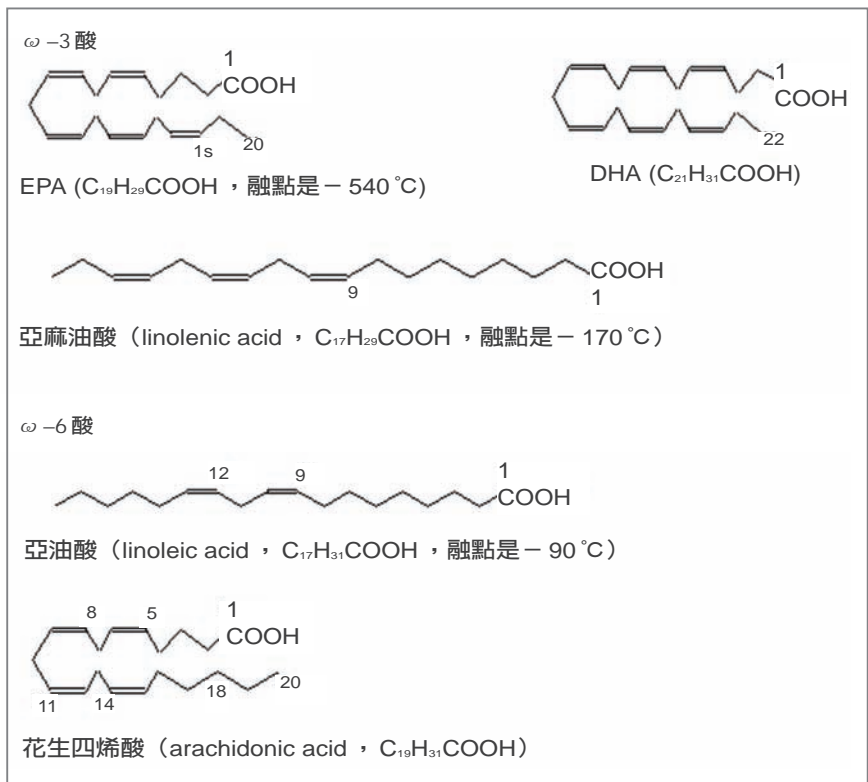
好壞膽固醇

膽固醇分子的化學結構與脂肪酸完全不同，它是類固醇一類的分子，不溶於水，溶於油脂。人體血液 80～90 % 是水分子，因此膽固醇在血液中無法溶解。那要如何運送膽固醇呢？只好借助血液中的脂蛋白，這種蛋白分子很大，外圈具有一些可溶於水的官能基，內圈則是脂溶性的，可把膽固醇包在裡面。

一般所謂好的膽固醇是指高密度的脂蛋白（high density lipoprotein, HDL），可把體內周邊組織中多餘的膽固醇運回肝臟分解，還會順便攜回血液中游離的膽固醇，這種脂蛋白約含 50 % 的脂質及 50 % 的蛋白質。壞的膽固醇則是指低密度的脂蛋白（LDL），負責把肝臟中的膽固醇運送至身體各周邊組織，所含的脂質約占 80 %，極易在血管壁上沉積，生成斑塊，導致血管的狹窄。

膽固醇主要由飽和脂肪酸合成

膽固醇濃度過高易引發心血管疾病，難道它對身體沒有好處



ω -3 酸及 ω -6 酸示例

嗎？有，有很多重要的功能。膽固醇是細胞膜的重要組成，體內約半量的膽固醇都在這裡。膽固醇是很多類固醇譬如男女性荷爾蒙、膽酸、甚至維他命 D 的前驅物，因此絕對不可缺少膽固醇。

膽固醇的來源除了部分直接來自食物中的動物脂肪外，約 70 % 是由體內合成。合成的原料是什麼呢？就是飽和脂肪酸！不飽和的脂肪酸不會合成膽固醇。由各種動植物油的組成可看出，奶油、牛油及椰子油的飽和脂肪酸比率特別高，豬油也不低，也就是說比較容易在人體內產生膽固

醇。相對地，各種植物油的不飽和脂肪酸比率則較高，因此不易產生膽固醇。這也是為什麼從健康的觀點植物油受到推崇的原因。

單元與多元

近年看到很多健康食品的廣告，鼓勵大家補充魚油，諸如 DHA、EPA、 ω -3 酸、 ω -6 酸等。一般魚油所含的「多元不飽和脂肪酸」可能高達 60 %，那「單元」、「多元」又代表什麼意思呢？

原來「單元」是指脂肪酸化

飽和脂肪酸是體內合成膽固醇的原料，不飽和的脂肪酸不會合成膽固醇。

奶油、牛油及椰子油的飽和脂肪酸比率特別高，豬油也不低，也就容易在人體內產生膽固醇。

學結構中只含有一個雙鍵，「多元」當然就是指結構中含有多個雙鍵。我們身體也會自行合成脂肪酸，但是只會合成飽和的及單元不飽和的脂肪酸。不幸的是，身體又非常需要多元不飽和脂肪酸，因此只好自食物中攝取，同時也把多元不飽和脂肪酸稱為「必需脂肪酸」，像維他命一樣不可或缺。多元不飽和脂肪酸的另一化學特性是較不安定，比較容易在空氣中氧化成有異味的小分子。

多元不飽和脂肪酸

DHA 的原文全名是「二十二碳六元不飽和脂肪酸」，EPA 則是「二十碳五元不飽和脂肪酸」。植物油中最常見的多元不飽和脂肪酸，是 18 個碳含 2 個雙鍵的亞油酸 (linoleic acid) 和 18 個碳含 3 個雙鍵的亞麻油酸 (linolenic acid)，我們需要這些不飽和脂肪酸去合成 20 個碳的各種前列腺素 (作用類似荷爾蒙)。

那麼廣告中常出現的 ω -3、 ω -6 酸，又是什麼酸呢？要解釋「 ω -3、 ω -6」，最好藉由化學結構來說明。「 ω 」(omega) 是希臘字母的最後一個字母，用來代表尾端，「 ω -3 酸」表示從尾端算來第 3 個碳上有雙鍵的酸。同樣地，「 ω -6 酸」代表從尾端算來第 6 個碳上有雙鍵的酸。因此

原料：水、砂糖、黃豆 (含基因改造)

營養標示(每100公克) 內容量：150公克

熱量	63.8 大卡	有效日期：如押
蛋白質	1.7 公克	
脂肪	1.0 公克	
飽和脂肪	0.3 公克	
反式脂肪	0 公克	
碳水化合物	12 公克	
鈉	8 毫克	

SALTED SWEET CREAM BUTTER

FOUR 4-OZ STICKS

TW 441114 US 41114

品名：KIRKLAND SIGNATURE 含鹽奶油

KIRKLAND SIGNATURE

SALTED SWEET CREAM BUTTER

有效日期：如包裝上所示 SELL BY

EXP. DATE (MM/DD/YY) (月/日/西元年)

See package for the expiration date.

進口商：好市多股份有限公司 高雄市前鎮區中華五路656號 及 內湖分公司 臺北市內湖區新宗路一段200號1樓 電話：02-8791-9988

成份：乳脂、食鹽。

包裝：奶。

重量：453公克 (1磅)。

保存方法：請冷藏。

產地：美國。

營養標示	每份量	14公克
每包共	32份	
熱量	100大卡	
蛋白質	0公克	
脂肪	11公克	
飽和脂肪	7公克	
反式脂肪	0公克	
碳水化合物	0公克	
鈉	90毫克	

Manufactured for Costco President Taiwan, Inc.

月份字樣代號解釋說明如下

零售包裝食品標示新規定

※對象：2008年1月1日起生產製造之市售包裝食品

※新規定

◎外包裝營養加標「飽和脂肪」、「反式脂肪」含量

◎「不含反式脂肪」包裝食品，可在包裝上宣稱

※影響產品：使用動物性脂肪之產品，及使用「氫化植物油」、「半氫化植物油」或英文的「Hydrogenated」者。

※反式脂肪可能危害：

攝取過多恐會提高罹患動脈阻塞、硬化等心血管疾病的機會

(資料來源：衛生署食品衛生處、台大醫院營養部主任鄭金寶)

自2008年元月起，台灣所有市售包裝食品營養標示的脂肪項下，須加標飽和脂肪及反式脂肪的含量。

立即可以看出亞油酸和花生四烯酸都屬於 ω -6酸，EPA、DHA和亞麻油酸則屬於 ω -3酸。

由於人類缺少某些酵素，無法合成自尾端數來7個碳以內的雙

鍵，但是這些多元不飽和酸又是身體必需的酸，只好設法自食物中攝取。植物油中含 ω -6酸較多， ω -3酸很少，海產類如深海魚油含 ω -3酸特別豐富。但是專家建議各種飽和、不飽和脂肪酸的食用，應維持接近某一比例，過量補充 ω -3酸絕非明智之舉。

零反式脂肪

最後再回到反式脂肪的課題。自從反式脂肪的負面效應越來越明確後，很多國家都開始限制它在人造奶油中的含量，美國甚至規定從2008年7月起，食品中不得含有反式脂肪。台灣則自2008年元月起，所有市售包裝食品營養標示的脂肪項下，須加標飽和脂肪及反式脂肪的含量。由於這些嚴格的限制，各國也競相研發出數種改良的氫化反應條件，諸如高壓、低溫、改用較貴重的金屬觸媒等，以降低或避免反式脂肪的產生。

認識了這些與脂肪、健康相關的專有名詞後，希望大家不再被一些誇大的廣告用語矇騙，不必草木皆兵，而學習做一個聰明的消費者，並更加知道如何維護自己和家人的健康！ □

吳嘉麗

淡江大學化學系

「多元不飽和脂肪酸」是指脂肪酸結構中含有多個雙鍵，我們身體非常需要多元不飽和脂肪酸，但又無法合成，只好自食物中攝取。